

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑪ DE 3338311 A1

⑳ Aktenzeichen: P 33 38 311.1
㉔ Anmeldetag: 21. 10. 83
㉕ Offenlegungstag: 15. 5. 85

㉖ Int. Cl. 3:
G01 N 9/20
G 01 B 7/02
G 01 D 5/08

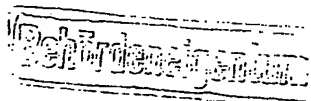
DE 3338311 A1

㉗ Anmelder:

Halstrup, Erwin, 7815 Kirchzarten, DE

㉘ Erfinder:

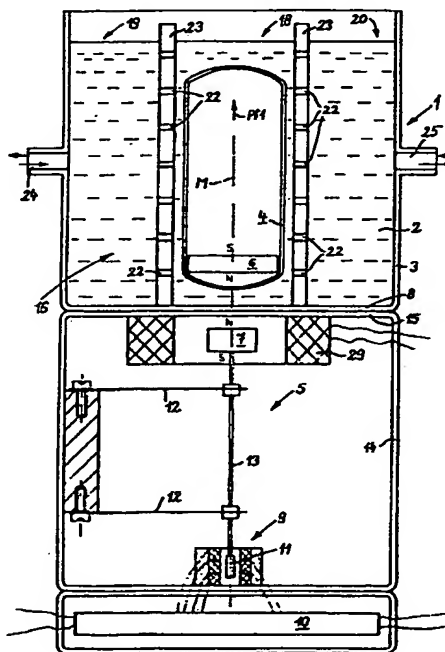
gleich Anmelder



Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

㉙ Dichtemesser sowie Verfahren zur Dichtemessung

Ein Dichtemesser (1) (Fig. 1), insbesondere für Flüssigkeiten, ggf. für Gase, weist einen Aufnahmebehälter (3) für das zu messende Medium und einen darin eintauchbaren, einer Auftriebskraft ausgesetzten Körper (4) auf. Zusätzlich zu dieser Auftriebskraft wird der Körper (4) einer magnetisch erzeugten und übertragenen Zusatzkraft ausgesetzt, die den Körper (4) zusammen mit seiner Auftriebskraft zum Schweben innerhalb des Meßmediums bringt. Diese erforderliche Zusatzkraft wird durch eine Meßeinrichtung (5) mit einem Wegaufnehmer (9) erfaßt und über eine Elektronik (10) ausgewertet. Die erforderliche Zusatzkraft ist ein Maß für die Dichte des Meßmediums (2). Um den Körper (4), insbesondere zur Vermeidung von Haftreibung, vor dem Meßvorgang zu bewegen, können entsprechende Vorrichtungen in verschiedenen Ausführungsformen vorgesehen sein. Im Ausführungsbeispiel ist neben einer hydrodynamischen Bewegung und Zentrierung des Körpers durch entsprechende Umströmung auch noch eine Ringspule (29) vorgesehen, mittels der bei Erregung über den Magneten (6) der Körper (4) bewegt werden kann.



DE 3338311 A1

PATENTANWÄLTE
DIPL-ING. H. SCHMITT
DIPL-ING. W. MAUCHER

78 FREIBURG I. BR.
DREIKÖNIGSTR. 13 Mr/Gu/mat
TELEFON: (07 61) 7 07 73
7 07 74

3338311

Herr
Erwin Halstrupp
Zärtener Str. 17
7815 Kirchzarten

UNSERE AKTE - MITTE STETS ANGEHEN!

M 83 348

Dichtemesser sowie Verfahren zur Dichtemessung

A n s p r ü c h e

1. Dichtemesser, insbesondere für Flüssigkeiten, ggfs. für Gase, mit einem Aufnahmebehältnis für das zu messende Medium sowie einem darin eintauchbaren, einer Auftriebskraft ausgesetzten Körper, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß eine mit einer Meßeinrichtung (5) versehene Magnetanordnung vorgesehen ist, die den Körper (4) zusätzlich zur Auftriebskraft mit einer Zusatzkraft beaufschlagt, und daß die resultierende Reaktionskraft die von der Meßvorrichtung (5) zu messende Größe ist.
2. Dichtemesser nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Körper (4) einerseits und die Meßeinrichtung (5) andererseits jeweils wenigstens einen Magneten (6, 7) aufweisen, die den Körper (4) entgegen der Schwerkraft beaufschlagen.
3. Dichtemesser nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Körper (4) wenigstens einen an seinem unteren Endbereich angeordneten ersten Magneten (6) und die Meßeinrichtung (5) wenigstens einen beim Boden des Aufnahmebehältnisses (3) angeordneten zweiten Magneten (7) aufweisen, die mit gleichen Polen zueinander weisen.

4. Dichtemesser nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Körper (4) als vollständig in die zu messende Flüssigkeit eintauchender Sinkkörper ausgebildet ist.
5. Dichtemesser nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßeinrichtung einen Wegaufnehmer (9), vorzugsweise einen induktiven Wegaufnehmer aufweist, dessen insbesondere an federnden Rückstellelementen (12) gelagerter Tauchanker (11) mit dem zweiten Magneten (7) verbunden ist.
6. Dichtemesser nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß er ein gemeinsames Gehäuse mit oben angeordnetem Aufnahmebehälter (3) und darunter, durch den Boden (8) getrennt angeordneter Meßeinrichtung (5) aufweist.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßeinrichtung (5) ein Gehäuse (14) mit einer oberen Stellplatte (15) für ein separates Aufnahmebehältnis (3) mit dem Sinkkörper (4) od. dgl. hat.
8. Dichtemesser insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß eine Zentriervorrichtung zum etwa axial fluchtenden Positionieren des Körpers (4) od. dgl. relativ zur Meßwegachse (M) vorgesehen ist.
9. Dichtemesser nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß zum Zentrieren des Körpers (4) Führungen, Abstandshalter od. dgl., z.B. Warzen od. dgl. Vorsprünge, vzw. am Körper (4) zum etwa mittigen Halten innerhalb des Aufnahmebehälters (3) bzw. coaxial zur Meßwegachse (M) vorgesehen sind und daß ggf. die Magnete relativ zueinander seitenschiefbar bzw. einjustierbar sind.
10. Dichtemesser insbesondere nach einem der vorgestehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine magnetische Zentrierung des Körpers (4) vorgesehen ist, vorzugs-

weise durch einen Magneten (6) mit außen etwa kreisringförmigen Polen und einem im Querschnitt vergleichsweise kleinen Gegenmagneten (7).

11. Dichtemesser nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Magnet (6) kreisringförmig und der zweite Magnet (7) z. B. als Stabmagnet ausgebildet ist.
12. Dichtemesser nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß bei Verwendung unterschiedlich schwerer Magnete, derjenige mit dem größeren Gewicht im Sinkkörper (4) und der leichtere am Wegaufnehmer (9) bzw. dessen Tauchanker (11) od. dgl. angebracht sind.
13. Dichtemesser nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß eine strömungsdynamische Zentrierung des Körpers (4) mittels des Meßmediums (2) vorgesehen ist.
14. Dichtemesser nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Körper durch die Strömung des Meß-Mediums (2) sowie ggfs. an ihm vorgesehene Flächen drehbar ist.
15. Dichtemesser nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Aufnahmebehälter (3) für das zu messende Medium (2) sowie den Körper (4) als Durchflußbehälter ausgebildet ist.
16. Dichtemesser nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Körper (4) bezüglich einer etwa in Meßrichtung verlängerten Achse(M) als rotations-symmetrischer Körper ausgebildet ist und daß insbesondere der Körper bezüglich seines Querschnittes jeweils mit entgegengesetzten, etwa tangential gerichteten Strömungen

beaufschlagt bzw. beaufschlagbar ist.

17. Dichtemesser nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Aufnahme- bzw. Durchflußbehälter (3) einen etwa zentralen Aufnahmebereich (18) für den Körper (4) sowie seitlich dazu angeordnete, gegenüberliegende, getrennte Zu- und Abströmkammern (19, 20) aufweist, die durch Strömungswiderstände bildende, Durchtrittsöffnungen (22) aufweisende Trennwände (23) vom zentralen Aufnahmebereich (18) getrennt sind.
18. Dichtekammer nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß insbesondere bei einem Durchflußbehälter (3) die Durchströmung während der Meßphase ausgeschaltet ist.
19. Dichtemesser nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß der Körper (4) etwa propellerartige Flügel od. dgl. aufweist und daß die Durchströmung des Behälters (3) etwa vertikal vorgesehen ist.
20. Dichtemesser nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß der Aufnahmebehälter (3) od. dgl. mit einer Erschütterungsvorrichtung, z.B. einem Vibrationsgeber od. dgl. verbunden ist.
21. Dichtemesser nach einem der Ansprüche 1 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich zu den Magneten (6, 7), insbesondere im Bereich unterhalb des Behälterbodens (8), wenigstens ein insbesondere impulsweise erregbarer Elektromagnet, vorzugsweise eine Ringspule angeordnet ist.
22. Dichtemesser nach einem der Ansprüche 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß der Körper (4) und dergleichen mit einer Kompensationsvorrichtung zum zumindest teilweisen

Kompensieren des Körper-Gewichtes verbunden ist, z.B.
mit einer Schwenkhebelvorrichtung od.dgl..

23. Dichtemesser nach einem der Ansprüche 1 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere, vzw. wenigstens drei miteinander verbundene Körper (4) vorgesehen sind.
24. Dichtemesser nach einem der Ansprüche 1 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß vzw. außerhalb des Aufnahmebehälters eine Spulenordnung od.dgl. zur Erzeugung eines auf den Magneten des Körpers bzw. metallische Teile davon einwirkenden magnetischen Drehfeldes vorgesehen ist.
25. Dichtemesser nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Körper als Schwimmkörper ausgebildet ist, und daß eine dem Auftrieb entgegengesetzte Zusatzkraft vorgesehen ist, die den Körper vzw. vollständig in das Meß-Medium eintaucht.
26. Dichtemesser nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß für die Zusatzkraft Magnete mit gleichen Polen zueinanderweisend vorgesehen sind.
27. Verfahren zum Bestimmen der Dichte von flüssigen oder gasförmigen Medien mittels eines darin eintauchenden Körpers, dadurch gekennzeichnet, daß der Körper (4) zusätzlich zu seiner Auftriebskraft einer Zusatzkraft ausgesetzt und dadurch zum Schweben im Meß-Medium gebracht wird und daß diese der Dichte proportionale Zusatzkraft gemessen wird.
28. Verfahren nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, daß die Zusatzkraft magnetisch erzeugt wird.

29. Verfahren nach Anspruch 27 oder 28, dadurch gekennzeichnet, daß der Körper (4) magnetisch und/oder hydrodynamisch auf die Meßvorrichtung ausgerichtet bzw. zentriert wird.
30. Verfahren nach einem der Ansprüche 27 bis 29, dadurch gekennzeichnet, daß der Körper (4) zumindest unmittelbar vor der Messung bewegt, bzw. um eine in Kraftmeßrichtung orientierte Achse gedreht wird.
31. Verfahren nach einem der Ansprüche 27 bis 30, dadurch gekennzeichnet, daß hinsichtlich einer Auslenkung des Körpers (4) sich aufhebende Strömungen des Meß-Mediums bzw. exzentrisch auf den bzw. rotationssymmetrischen Körper gelenkt werden.

Beschreibung

PATENTANWÄLTE
DIPL.-ING. H. SCHMITT
DIPL.-ING. W. MAUCHER

78 FREIBURG I. BR.
DREIHKÖNIGSTR. 13 Mr/Gu/mat
TELEFON: (0761) 70773
70774

7

3338311

Herr
Erwin Halstrup
Zartener Str. 17

7815 Kirchzarten

UNSERE AKTE - BITTE STETS ANGEHEN!

M 83 348

Dichtemesser sowie Verfahren zur Dichtemessung

Die Erfindung betrifft einen Dichtemesser, insbesondere für Flüssigkeiten, ggfs. für Gase, mit einem Aufnahmebehälternis für das zu messende Medium sowie einem darin eintauchbaren, einer Auftriebskraft ausgesetzten Körper.

Zur Dichtemessung kennt man bereits Aräometer, bei denen eine Senkspindel je nach Dichte des Meßmediums mehr oder weniger tief in das Medium eintaucht. Durch direktes Ablesen der Eintauchtiefe auf einer Skala der Senkspindel kann der Dichtewert abgenommen werden. Jedoch ist dabei die erzielbare Meßgenauigkeit begrenzt und auch verschiedenen Störfaktoren unterworfen.

Es sind andererseits auch Pyknometer bekannt, bei denen die Dichtemessung über eine Bestimmung von Volumen und Gewicht erfolgt. Für eine ausreichende Meßgenauigkeit ist jedoch ein größeres Volumen an Meß-Medium erforderlich. Außerdem ist die Handhabung umständlich. Auch ist eine Messung im Durchfluß bzw. bei unterschiedlichen Mediemengen nicht möglich.

Weiterhin ist die sogenannte Biegeschwingermethode bekannt, die jedoch einen hohen Aufwand erfordert.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen Dichtemesser der eingangs erwähnten Art zu schaffen, der bei guter Meß-

L

genauigkeit eine einfache Bedienbarkeit erlaubt und auch für Messungen bei unterschiedlichen Meßmedium-Volumen geeignet ist.

Zur Lösung dieser Aufgabe wird erfindungsgemäß insbesondere vorgeschlagen, daß eine mit einer Meßeinrichtung versehene Magnetanordnung vorgesehen ist, die den Körper zusätzlich zur Auftriebskraft mit einer Zusatzkraft beaufschlagt, wobei die resultierende Reaktionskraft die von der Meßvorrichtung zu messende Größe ist.

Mit diesem erfindungsgemäßen Dichtemesser ist eine gute Meßgenauigkeit auch praktisch unabhängig vom Volumen der Meßflüssigkeit erzielbar. Außerdem ist eine einfache, unempfindliche Bedienung möglich. Die Magnetübertragung vermeidet dabei in vorteilhafter Weise Übertragungsfehler die sonst z.B. durch Reibung entstehen können.

Zweckmäßigerweise weist der Körper einerseits und die Meßeinrichtung andererseits jeweils wenigstens einen Magneten auf, die den Körper entgegen der Schwerkraft beaufschlagen. Durch die magnetische Übertragung kann die Meßeinrichtung vom zu messenden Medium getrennt und damit auch geschützt untergebracht werden.

Eine vorteilhafte Ausführungsform sieht vor, daß der Körper wenigstens einen an seinem unteren Endbereich angeordneten ersten Magneten und die Meßeinrichtung wenigstens einen beim Boden des Aufnahmebehältnisses angeordneten zweiten Magneten aufweisen, die mit gleichen Polen zueinander weisen. Durch diese Anordnung der Meßeinrichtung u. dgl. im Bodenbereich des Aufnahmebehältnisses, kann die Füllhöhe ab einer bestimmten Mindestmenge praktisch freigewählt werden, ohne das Meßergebnis zu beeinflussen.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn der Körper als vollständig in die zu messende Flüssigkeit eintauchender Sinkkörper ausgebildet ist. Man vermeidet dadurch das Meßergebnis störende Oberflächeneffekte und außerdem ist auch dadurch eine füllhöhenunabhängige Messung möglich.

Eine vorteilhafte Ausführungsform sieht vor, daß die Meßeinrichtung einen Wegaufnehmer, vorzugsweise einen induktiven Wegaufnehmer aufweist, dessen insbesondere an federnden Rückstell-

elementen gelagerter Tauchanker mit dem zweiten Magneten verbunden ist.

Je nach rückwirkender und von dem ersten auf den zweiten Magneten übertragener Kraft verändert sich die Lage des Tauchankers und dementsprechend kann über eine Auswertelektronik eine dementsprechende elektrische Größe erzeugt und zur Anzeige des jeweiligen Dichte-Meßwertes dienen.

Nach einer Weiterbildung der Erfindung ist eine Zentrier-
vorrichtung zum axial fluchtenden Positionieren des Sinkkörpers relativ zur Meßwegachse vorgesehen. Dadurch wird der Sinkkörper in gleichbleibender Seitenposition gehalten, kann andererseits jedoch je nach Dichte des ihn umgebenden Mediums in seiner Höhenlage variieren. Durch diese Führung werden Meßungenauigkeiten durch Seitenverschiebung des Sinkkörpers vermieden.

Ggfs. können zum Zentrieren des Sinkkörpers Führungen, Abstandhalter od.dgl., z.B. Warzen od.dgl. Vorsprünge, vzw. am Sinkkörper, zum etwa mittigen Halten innerhalb des Aufnahmebehälters bzw. axial fluchtend zur Meßwegachse vorgesehen sein, wobei ggf. die Magnete relativ zueinander seitenverschiebbar bzw. einjustierbar sind.

Diese mechanische Zentrierung erfordert einen nur geringen Aufwand und ergibt bereits eine gute Meßgenauigkeit. Vzw. ist jedoch nach einer Weiterbildung der Erfindung eine magnetische Zentrierung des Sinkkörpers vorgesehen, vzw. durch einen Magneten mit außen etwa kreisringförmigen Polen und einen im Querschnitt vergleichsweise kleinen Gegenmagneten. Durch diese magnetische Zentrierung kann der Sinkkörper in vorteilhafter Weise berührungslos und somit auch reibungsfrei in der zur Meßwegachse axial fluchtenden Position gehalten werden.

Eine besonders vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung sieht vor, daß eine strömungsdynamische Zentrierung des Sinkkörpers mittels des Meßmediums vorgesehen ist. Dabei kann der Sinkkörper durch entsprechende Anströmung zentral bzw. axial fluchtend zur Meßwegachse gehalten werden, so daß auch hierbei eine praktisch reibungsfreie Lagerung und Positionierung des Sinkkörpers möglich ist.

In Weiterbildung der Erfindung kann der Sinkkörper durch die Strömung des Meßmediums sowie ggfs. an ihm vorgesehene Flächen drehbar sein. Durch diese Bewegung kann eine unerwünschte Haftreibung an seitlichen Führungsflächen vermieden werden.

Ggfs. ist der Aufnahmebehälter für das zu messende Medium sowie den Sinkkörper als Durchflußbehälter ausgebildet. Dadurch besteht die Möglichkeit, die Dichte einer Flüssigkeit auch im Durchfluß zu bestimmen, so daß dadurch auch ein umständliches Handhaben z. B. durch Befüllen und Entleeren eines Behälters entfällt. Die Messung im Durchfluß ist u. a. auch dadurch möglich, weil erfindungsgemäß volumenunabhängig und auch füllstandsunabhängig gemessen wird.

Nach einer Ausführungsform ist der Sinkkörper bezüglich einer etwa in Meßrichtung verlängerten Achse als rotations-symmetrischer Körper ausgebildet, wobei insbesondere der Körper bezüglich seines Querschnittes jeweils halbseitig mit entgegengesetzten, etwa tangential gerichteten Strömungen beaufschlagt bzw. beaufschlagbar ist. Durch diese Strömungsbeaufschlagung des Sinkkörpers wird einerseits erreicht, daß er in einer vorgesehenen Meßposition coaxial zur Meßachse bleibt und dabei gleichzeitig auch in Drehung versetzt wird. Durch die Anströmung quer zu dieser Meßachse bzw. tangential werden in Meßrichtung wirkende Störgrößen vermieden.

Ggfs. kann, insbesondere bei einem Durchflußbehälter, die Durchströmung während der Meßphase ausgeschaltet sein. Unerwünschte Kraftkomponenten werden dadurch vermieden.

U. a. kann dadurch auch verhindert werden, daß sich der Sinkkörper durch das Anströmen mit dem Meßmedium schräg stellt. Bei einem durch die Anströmung in Drehung versetzten Sinkkörper kann dieser während der Meßphase nach dem Abschalten der Anströmung noch etwas weiter rotieren, so daß auch während der Meßphase an seitlichen Führungen sonst ggf. auftretende Haftreibung vermieden wird. Dazu kann nach einer Weiterbildung der Erfindung der Aufnahmebehälter od. dgl. auch mit einer Erschütterungsvorrichtung, z. B. einem

Vibrationsgeber od. dgl. verbunden sein. Eine Ausführungsform sieht dabei vor, daß zusätzlich zu den Magneten, insbesondere im Bereich unterhalb des Behälterbodens, wenigstens ein insbesondere impulsweise erregbarer Elektromagnet, vorzugsweise eine Ringspule angeordnet ist. Damit kann ein Magnetfeld erzeugt werden, über das der Sinkkörper vor der Meßphase bewegt werden kann.

Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zum Bestimmen der Dichte von flüssigen oder gasförmigen Medien mittels eines darin eintauchenden Körpers. Dieses Verfahren ist insbesondere dadurch gekennzeichnet, daß der Körper zusätzlich zu seiner Auftriebskraft einer Zusatzkraft ausgesetzt und dadurch zum Schweben im Meß-Medium gebracht wird, wobei diese der Dichte proportionale Zusatzkraft gemessen wird. Wie auch schon in Verbindung mit dem erfindungsgemäßen Dichtemesser vorerwähnt, kann durch dieses Dichte-Meßverfahren praktisch unabhängig von der Füllmenge und auch von der Füllhöhe des Meßmediums dessen Dichte bestimmt werden. Dabei werden z. B. bei Aerometern auftretende, die Meßgenauigkeit beeinflussende Oberflächeneffekte vermieden.

Besonders vorteilhaft ist dabei, daß die Zusatzkraft magnetisch erzeugt wird. Einerseits ist dadurch in vorteilhafter Weise eine berührungslose Übertragung möglich und andererseits hat dies auch den Vorteil, daß sich mit der Zeit ändernde magnetische Größen keinen Einfluß auf die Messung haben, da die übertragene Zusatzkraft gleich bleibt und sich lediglich der Abstand der Übertragungsmagnete entsprechend anpaßt.

Zusätzliche Ausgestaltungen der Erfindung sind in den weiteren Unteransprüchen aufgeführt.

Nachstehend ist die Erfindung mit ihren wesentlichen Einzelheiten anhang der Zeichnung noch näher erläutert.

Es zeigt:

- Fig. 1 Eine im Schnitt gehaltene Seitenansicht eines erfindungsgemäßen Dichtemessers,
- Fig. 2 den in Fig. 1 gezeigten Dichtemesser in Aufsicht,
- Fig. 3 eine abgewandelte Ausführungsform eines Dichtemessers und
- Fig. 4 eine Detailansicht einer mechanischen Zentrierführung eines Körpers.

Ein Dichtemesser 1 (Fig. 1) dient hier zur Bestimmung der Dichte eines flüssigen Mediums 2. Er weist einen Aufnahmebehälter 3 auf, in dem sich ein in die Flüssigkeit 2 eintauchbarer Körper 4 befindet. Unterhalb des Aufnahmebehälters 3 ist eine im ganzen mit 5 bezeichnete Meßvorrichtung angeordnet.

Der Körper 4 einerseits und die Meßeinrichtung 5 andererseits weisen jeweils einen Magneten 6 und 7 auf, wobei sich der erste Magnet 6 am unteren Ende des Körpers 4 und der zweite Magnet 7 dem ersten Magneten gegenüberliegend und durch den Boden 8 getrennt, an der Meßvorrichtung 5 befindet. Die Magnete weisen dabei mit gleichnamigen Polen zueinander, so daß, ausgehend von dem Magneten 7 eine in Richtung des Auftriebes gemäß dem Pfeil Pf 1 auf den Magneten 6 und damit auf den Körper 4 wirkende Zusatzkraft vorhanden ist.

Der Körper 4 ist insbesondere von seinem Volumen und seinem Gewicht her so bemessen, daß er ohne Einfluß der magnetischen

Zusatzkraft einen Sinkkörper bildet. Die Zusatzkraft bewirkt dann, daß sich bei einem bestimmten Abstand der Magnete voneinander eine Zusatzkraft einstellt, die den Körper 4 in der Schwebe hält. Fig. 1 läßt dabei gut erkennen, daß der Körper 4 auch in diesem Schwebezustand vollständig in die Meß-Flüssigkeit 2 eingetaucht bleibt. Bei unterschiedlicher Dichte ändert sich entsprechend der Auftrieb des Körpers 4 und damit auch der Abstand der beiden Magneten 6 und 7 voneinander. Die auf die Meßvorrichtung 5 magnetisch rückwirkende Kraft ändert sich entsprechend und kann über die Meßvorrichtung mittels eines Wegaufnehmers 9 und einer nachgeschalteten Elektronik 10 zur Bestimmung der Dichte der Meß-Flüssigkeit 2 umgesetzt werden. Von wesentlicher Bedeutung ist dabei, daß die Magnetkraft keinen Einfluß auf die Meßgröße hat, sondern daß sich je nach verwendeten Magneten 6 und 7 ein entsprechend angepaßter Abstand zwischen den Magneten einstellt. Dies ist auch hinsichtlich der Langzeitänderungen der magnetischen Eigenschaften vorteilhaft, da diese keinen Einfluß auf die Meßgröße haben.

Im Ausführungsbeispiel ist ein induktiver Wegaufnehmer 9 vorgesehen, dessen Tauchanker 11 an federnden Rückstellelementen 12 gelagert ist und der, über eine Schubstange 13 verbunden, den Magneten 7 trägt.

Im Ausführungsbeispiel ist die Meßvorrichtung 5 in einem im wesentlichen geschlossenen Gehäuse 14 untergebracht, das eine obere Stellplatte 15 für den Aufnahmebehälter 3 hat. Dadurch kann bedarfsweise der Aufnahmebehälter 3 entfernt werden, während die Meßvorrichtung 5 u. dgl. stationär an einer Stelle bleiben kann. Ggfs. kann auch ein gemeinsames Gehäuse mit oben angeordnetem Aufnahmebehälter und darunter durch einen Boden getrennt angeordneter Meßeinrichtung vorgesehen sein.

Um eine hohe Meßgenauigkeit zu erreichen, sollte der Körper 4 bei der Messung axial fluchtend zur Meßwegachse M angeordnet sein. Es ist deshalb eine Zentriervorrichtung vorgesehen,

wobei in Fig. 1 und 2 eine hydrodynamisch wirkende Zentrier-
vorrichtung 16 und in Fig. 3 eine magnetische Zentrierung 17
vorgesehen ist. Daneben besteht aber auch in einer einfachen
Ausführungsform ggfs. auch zusätzlich die Möglichkeit, Ab-
standshalter, z. B. Warzen od. dgl. Vorsprünge am Sinkkörper 4
bzw. am Aufnahmebehälter 3 vorzusehen, die dann an entsprechen-
den Führungs-Gegenflächen anliegen. Auch dadurch ist bereits
eine reibungsarme Führung erzielbar. Für höhere Anforderungen
hinsichtlich der Meßgenauigkeit weisen jedoch die magnetische
Zentrierung (Fig. 3) und die hydrodynamische Zentrierung
(Fig. 1 u. 2) wegen der hier nicht vorhandenen mechanischen
Reibung Vorteile auf.

Der Aufnahmebehälter 3 kann sowohl als topfartiger Behälter
mit einer oberen Einschüttöffnung als auch, wie in den Figuren
erkennbar, als Durchfluß-Aufnahmebehälter ausgebildet sein.
Bei einem solchen Durchflußbehälter ist gemäß Fig. 1 u. 2 vor-
gesehen, daß sich hinsichtlich einer unerwünschten Auslenkung
des Körpers 4 aufhebende Strömungen des Meß-Mediums 2 vorge-
sehen sind. Insbesondere sind hierbei die Strömungen exzen-
trisch auf den insbesondere rotationssymmetrischen Körper 4
gelenkt. Dieser wird durch die Flüssigkeitsreibung in Drehung versetzt,
wobei durch die Drehung sonst evtl. auftretende, insbesondere durch Haft-
reibung ausgelöste Meßfehler vermieden werden. Im Ausführungsbeispiel
ist dazu der Aufnahme- bzw. Durchflußbehälter 3 mit einem
zentralen Aufnahmebereich 18 für den Körper 4 versehen und
seitlich dazu sind Zuströmkammern 19 und Abströmkammern 20
angeordnet. Die Kammern 19 und 20 sind dabei jeweils so ange-
ordnet, daß sich eine etwa bezüglich des Querschnittes halb-
seitige Strömungsbeaufschlagung des Körpers 4 in entgegen-
gesetzten Richtungen ergibt. Der Körper 4 wird dadurch in
Drehung versetzt und gleichzeitig auch bezüglich der Meß-
wegachse M zentriert. Jeder Zuströmkammer 19 ist in Strömungs-
richtung nach dem Aufnahmebereich 18 eine Abströmkammer 20
zugeordnet. Die nebeneinanderliegenden Zuström- und Abström-
kammern 19, 20 sind durch Zwischenwände 21 voneinander getrennt.
Zur Strömungsverteilung sind die Kammern 19 und 20 gegenüber

dem zentralen Aufnahmebereich 18 durch Durchtrittsöffnungen 22 aufweisende Wände 23 getrennt. Diese gelochten Wände 23 bilden praktisch Strömungswiderstände, durch die auch eine Strömungsvergleichmäßigung im Bereich des Körpers 4 erzielt werden kann. Als Wände 23 könnten auch siebartige Einlagen od. dgl. verwendet werden. Die Durchtrittsöffnungen 22 sind in der gesamten Höhe der Wände 23 verteilt angebracht, so daß der Körper 4 auch über seine axiale Länge etwa gleichmäßig strömungsbeaufschlagt wird, obwohl die Zuström- bzw. Abströmkammern 19, 20 jeweils nur eine Einlaßöffnung 24 bzw. eine Auslaßöffnung 25 haben.

Erwähnt sei noch, daß der Körper 4 durch eine vertikale Strömung der Flüssigkeit in Drehung versetzt werden kann, indem an ihm propellerartige Flächen vorgesehen sind. Dies ist insbesondere bei einer mechanischen Zentrier-Führung z. B. durch den Aufnahmebehälter 3 zur Vermeidung von Haftreibung vorteilhaft. Zweckmäßigerweise wird dabei die Durch- bzw. Anströmung des Körpers 4 während der Meßphase ausgeschaltet, um das Meßergebnis verfälschende Kraftkomponenten auszuschalten. Auch bei der anhand der Figuren 1 und 2 beschriebenen hydrodynamischen Zentrierung könnte die Durchströmung während der eigentlichen Meßphase ausgeschaltet werden. Der Körper 4 würde sich dann trotzdem durch sein Schwungmoment weiter drehen.

Fig. 3 zeigt einen Dichtemesser 1 a, bei dem eine magnetische Zentrierung des Körpers 4 vorgesehen ist. Dazu ist der mit dem Körper 4 verbundene Magnet 6 mit außen etwa kreisringförmigen Polen versehen bzw. der Magnet 6 ist selbst kreisringförmig ausgebildet. Dagegen weist der zweite Magnet 7, der zur Meßvorrichtung 5 gehört, einen vergleichsweise kleinen Querschnitt auf, so daß dessen Magnetfeld zum Teil in das Zentrum des Ringkreis-Magnetfeldes des ersten Magneten 6 eingreift. Dadurch ergibt sich eine Zentrierwirkung, durch die der erste Magnet 6 mit dem mit ihm verbundenen Körper 4 bestrebt ist, eine koaxiale Lage zum zweiten Magneten 7 bzw.

zur Meßwegachse M einzunehmen. Der Verlauf der Magnetlinien des ersten Magneten ist strichliniert eingezeichnet und mit 26 bezeichnet, während die ebenfalls strichliniert angedeuteten Magnetlinien des zweiten Magneten 7 mit 27 bezeichnet sind. In Fig. 3 ist in Abwandlung zu Fig. 1 noch vorgesehen, daß die Rückstellfedern für den Tauchanker 11 sowie den damit verbundenen Magneten 7 durch Membranen 28 gebildet sind. Bei Verwendung unterschiedlich schwerer Magnete, wie dies in den Ausführungsbeispielen gezeigt ist, ist es zweckmäßig, den größeren, schwereren Magneten im Körper 4 und den leichteren Magneten bei der Meßvorrichtung 5 vorzusehen. Im Körper 4 dient nämlich dieser Magnet 6 gleichzeitig auch zur Lagestabilisierung und zum Senkrechthalten des länglichen Körpers 4 in der Meßflüssigkeit, so daß dort ein vergleichsweise großes Gewicht ohne Nachteile vorhanden sein kann. Dagegen ist es bei der Meßvorrichtung 5 vorteilhaft, wenn der Magnet 7 ein möglichst geringes Gewicht hat, weil dadurch die Rückstellfedern, Membranen od.dgl. wesentlich schwächer ausgebildet sein können, wodurch u.a. auch eine hohe Meßempfindlichkeit realisierbar ist. Auch ist der konstruktive Aufwand dadurch wesentlich geringer.

Auch bei einer Magnetplatte als Magnet 6, deren beide ebenen Flächen gleichmäßig magnetisiert sind, würde sich der vorerwähnte "Zentriereffekt" einstellen, was durch Verdrängung der Feldliniendichte von innen nach außen bewirkt wird. Erwähnt sei auch noch, daß durch besondere Formung der Magnete 6,7 und/oder der Pole, ggf. unter Zuhilfenahme von weichmagnetischen, evtl. besonders geformten Polschuhen, der magnetische Zentriereffekt noch verbessert werden kann. Beispielsweise könnte dies durch ein topfartiges, teilweises Ineinandergreifen der beiden Magnete od.dgl. erreicht werden, wobei für dieses Ineinandergreifen der Boden 8 bzw. die Stellplatte 15 entsprechende Einformungen, z.B. eine Ringnut od.dgl. aufweisen können.

Zur Vermeidung von unerwünschter, das Meßergebnis negativ beeinflussender Reibung zwischen dem Körper 4 und seiner Umgebung, z.B. seiner Führung, kann der Körper, wie bereits vorerwähnt, in Drehung versetzt werden. Es besteht aber auch die Möglichkeit, den Aufnahmebehälter 3 od.dgl. mit einer Erschütterungsvorrichtung, z.B. einem Vibrationsgeber od.dgl. zu verbinden. Auch dadurch wird ein Anhaften des Körpers 4 an seiner Führungsumgebung zumindest verringert. Fig. 1 zeigt eine weitere Möglichkeit, um den Körper 4 zu bewegen. Dazu ist im Bereich unterhalb des Behälterbodens 8 eine Ringspule 29 angeordnet, die z.B. impulsweise mit Strom versorgt werden kann und dann durch ihr Magnetfeld auf die metallischen Teile des Körpers 4, insbesondere auf dessen Magneten 6 im Sinne einer Lageverschiebung des Körpers 4 einwirkt. Die Ringspule 29 od.dgl. könnte auch an anderer Stelle, z.B. im Umfangsbereich des Aufnahmebehälters 3 angeordnet sein.

Etwa vergleichbar mit der Ringspule 29 könnte in ähnlicher Weise auch eine Spulenanordnung vorgesehen sein, mittels der ein auf den Magneten 6 des Körpers 4 bzw. metallische Teile davon einwirkendes Drehfeld erzeugt wird. Dadurch kann der Körper 4 magnetisch übertragen ebenfalls in Drehung versetzt werden.

In besonderen Anwendungsfällen, z.B. auch bei der Dichtemessung von gasförmigem Medium ist zweckmäßigerweise der Körper 4 mit einer Kompensationsvorrichtung zum zumindest teilweisen Kompensieren des Körper-Gewichtes verbunden. Dazu könnte beispielsweise eine Schwenkhebelanordnung dienen. Sowohl bei gasförmigen als auch bei flüssigen Medien könnte der Körper 4 auch mehrteilig, z.B. aus drei miteinander verbundenen Einzelkörpern bestehen. Dadurch könnte bei großer Auftriebskraft und geringem, bodenseitigem Ballast (Magnet 6) eine gute Lagestabilisierung erreicht werden.

In Abwandlung von den in Fig. 1 bis 3 gezeigten Ausführungsbeispielen kann auch eine "umgekehrte" Anordnung insbesondere der Magnete und dgl. vorgesehen sein, wo die Zusatzkraft von oben her auf den Körper 4 einwirkt. In diesem Falle ist der Körper zweckmäßigerweise als Schwimmkörper ausgebildet, wobei die magnetische Zusatzkraft ein vzw. vollständiges Eintauchen des Körpers 4 in das Meß-Medium bewirkt.

Fig. 4 zeigt noch eine weitere Möglichkeit einer mechanischen Zentrierung des Körpers 4. Die mechanische Zentriervorrichtung 30 weist dabei einen Stift 31 auf, der in eine Führung bildende Durchtrittsöffnung 32 eines Lagerkörpers 33 eingreift.

Die mechanische Zentriervorrichtung 30 ist im Ausführungsbeispiel gem. Fig. 4 am unteren Ende des Körpers 4 vorgesehen. Es besteht aber auch die Möglichkeit, diese am oberen Ende oder sowohl am oberen als auch am unteren Ende vorzusehen. In der gezeigten Ausführungsform ist der Stift 31 am Körper 4 und der Lagerkörper 33 am Boden 8 des Aufnahmebehälters 3 befestigt. Insbesondere bei einseitiger Lagerung des Körpers 4 ist die Durchtrittsöffnung 32 so geformt, daß der Körper 4 eine Kippbewegung durchführen kann bzw. sich schrägstellen kann, ohne daß ein Verklemmen des Stiftes 31 in der Durchtrittsöffnung 32 eintritt. Dies kann durch die ⁱⁿFig. 4 gut erkennbare Formgebung erzielt werden, wo die Durchtrittsöffnung eine nur sehr kurze Führungslänge aufweist und wobei oberhalb und unterhalb der Durchtrittsöffnung 32 entsprechende Freiräume für eine ggf. erfolgte Kippbewegung des Körpers 4 vorgesehen sind. Die Durchtrittsöffnung 32 könnte auch schneidenförmig, ballig bzw. bombiert ausgebildet sein. In der Zeichnung ist noch erkennbar, daß der innere Hohlraum 34 des Lagerkörpers 33 über eine seitliche, vzw. schräg nach oben gerichtete Bohrung 35 mit dem Inneren des Aufnahmebehälters 3 verbunden ist. Dadurch kann beim Einfüllen von Flüssigkeit in den Aufnahmebehälter 3 diese gut auch in den Hohlraum 34 gelangen, wobei die Luft durch

die Lageröffnung 32 nach oben entweichen kann. Der sich am oberen Ende der Durchtrittsöffnung 32 anschließende Freiraum ist vzw. durch eine Anfasung 36 gebildet, die beim Einsetzen des Körpers 4 als Einsteckhilfe beim Einführen des Stiftes 31 in die Durchtrittsöffnung 32 dient.

Die vorerwähnte mechanische Zentriervorrichtung 30 kann für sich alleine oder ggf. auch in Kombination mit den vorbeschriebenen anderen Zentriervorrichtungen, z.B. der hydrodynamischen Zentriervorrichtung 16 oder der magnetischen Zentriervorrichtung 17 eingesetzt werden. Erwähnt sei noch, daß die Länge des Stiftes 31 mindestens etwa dem doppelten Arbeitshub des Körpers 4 entspricht.

Insbesondere bei einer mechanischen Führung des Körpers 4 kann es zweckmäßig sein, wenn die Magnete zueinander bzgl. der Längsachse einjustiert werden können, wobei diese Einjustierung auf die magnetisch neutrale Achse erfolgt, die ggf. von der geometrischen Meßachse abweichen kann. Dadurch ergeben sich praktisch keine seitlichen Kräfte und es wird eine geringstmögliche Reibung erzielt, wodurch auch die Meßgenauigkeit erhöht wird. Für diese Justierbewegung können vzw. die Rückstellelemente 12 bzw. auch die gesamte Meßvorrichtung 5 in einer Ebene in unterschiedlichen Koordinaten verschiebbar angeordnet sein.

Alle in der Beschreibung, den Ansprüchen, der Zusammenfassung und der Zeichnung dargestellten Merkmale und Konstruktionsdetails können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination miteinander wesentliche Bedeutung haben.

Zusammenfassung

-20-
- Leerseite -

3338311

